

PAT-NO: JP02003085708A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003085708 A

TITLE: METHOD FOR FORMING PATTERNED THIN-FILM, AND METHOD FOR  
MANUFACTURING THIN-FILM MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: March 20, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TERUNUMA, KOICHI	N/A

INT-CL (IPC): G11B005/31, C25D005/02, C25D007/00, G03F007/20, H01L021/302  
, G11B005/39

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately form a patterned thin film having very small width.

SOLUTION: The track width defining layer of a thin-film magnetic head is formed in the following manner. First, a substrate film 30, a first film, a releasable film and a second film are formed in this order on a recording gap layer 9. Then, the second film is subjected to patterning so as to form an opening in a position corresponding to a fame to be formed. Then, a third film is formed to cover the patterned second film and the releasable film, and the third film is subjected to patterning by a lift-off method. Then, by using the patterned third film 33P as a mask, the releasable layer and the first film are selectively etched, and a frame 34 is formed by the first film after etching. Then, by using the frame 34, a track width defining layer and a plated layer 35A are formed by a frame plating method.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: The track width defining layer of a thin-film magnetic head is formed in the following manner. First, a substrate film 30, a first film, a releasable film and a second film are formed in this order on a recording gap layer 9. Then, the second film is subjected to patterning so as to form an opening in a position corresponding to a fame to be formed. Then, a third film is formed to cover the patterned second film and the releasable film, and the third film is subjected to patterning by a lift-off method. Then, by using the patterned third film 33P as a mask, the releasable layer and the first film are selectively etched, and a frame 34 is formed by the first film after etching. Then, by using the frame 34, a track width defining layer and a plated layer 35A are formed by a frame plating method.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-85708

(P2003-85708A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 1 1 B	5/31	G 1 1 B 5/31	C 2 H 0 9 7
			D 4 K 0 2 4
C 2 5 D	5/02	C 2 5 D 5/02	D 5 D 0 3 3
	7/00		K 5 D 0 3 4
G 0 3 F	7/20	G 0 3 F 7/20	5 0 1 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-276097 (P2001-276097)

(22) 出願日 平成13年9月12日 (2001.9.12)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 照沼 幸一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美

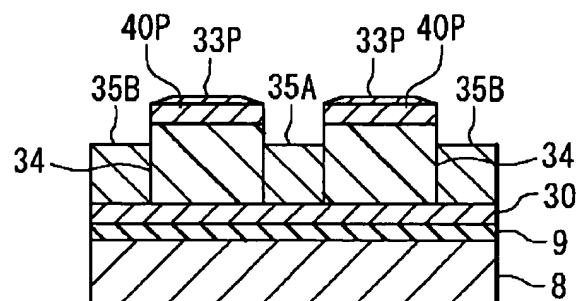
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン化薄膜形成方法および薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 微小な幅のパターン化薄膜を精度よく形成する。

【解決手段】 薄膜磁気ヘッドのトラック幅規定層は次のように形成される。まず、記録ギャップ層9の上に、下地膜30、第1の膜、剥離膜、第2の膜が順に形成される。次に、形成すべきフレームに対応する位置に開口部が形成されるように、第2の膜がパターンニングされる。次に、パターンニング後の第2の膜および剥離膜を覆うように第3の膜が形成され、リフトオフ法によって第3の膜がパターンニングされる。次に、パターンニング後の第3の膜33Pをマスクとして、剥離層および第1の膜が選択的にエッチングされ、エッチング後の第1の膜によってフレーム34が形成される。次に、フレーム34を用い、フレームめっき法により、トラック幅規定層となるめっき層35Aが形成される。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレームを用いてパターン化薄膜を形成する方法であって、  
下地の上に第1の膜を形成する工程と、  
前記第1の膜の上に、直接または他の膜を介して、第2の膜を選択的に形成する工程と、  
前記第2の膜を覆うように、第3の膜を形成する工程と、  
前記第2の膜、および前記第3の膜のうちの前記第2の膜の上に存在する部分を除去することによって、前記第3の膜をパターンニングする工程と、  
パターンニング後の第3の膜をマスクとして、前記第1の膜を選択的にエッチングして、エッチング後の第1の膜によって、開口部を有するフレームを形成する工程と、  
前記フレームの前記開口部内にパターン化薄膜を形成する工程とを備えたことを特徴とするパターン化薄膜形成方法。

【請求項2】 更に、前記第1の膜を形成する工程と前記第2の膜を形成する工程との間において、前記第1の膜の上に、剥離膜を形成する工程を備え、  
前記第2の膜は前記剥離膜の上に形成されることを特徴とする請求項1記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項3】 更に、前記第2の膜を選択的に形成する工程と前記第3の膜を形成する工程との間において、前記第2の膜の幅を狭小化する工程を備えたことを特徴とする請求項1または2記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項4】 第2の膜をパターンニングする工程は、フォトリソグラフィを用いることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項5】 前記フレームを形成する工程は、反応性イオンエッチングを用いて前記第1の膜をエッチングすることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項6】 前記第1の膜のエッチング時における前記第3の膜のエッチングレートは、前記第1の膜のエッチングレートよりも小さいことを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項7】 前記パターン化薄膜を形成する工程は、めっき法を用いることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項8】 記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁氣的に連結され、前記媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、前記第1の磁性層の磁極部分と前記第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が前記第1および第2の磁性層の間に、前記第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備え、前記第1の磁性層と前記第2の磁性層の少なくとも一方は、記録トラック幅を規定する磁極部分を含むトラック

2

幅規定層を有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、  
前記第1の磁性層を形成する工程と、  
前記第1の磁性層の上に前記ギャップ層を形成する工程と、  
前記ギャップ層の上に前記第2の磁性層を形成する工程と、  
前記薄膜コイルを形成する工程とを備え、  
前記第1の磁性層を形成する工程と前記第2の磁性層を形成する工程の少なくとも一方は、フレームを用いて前記トラック幅規定層を形成する工程を含み、  
前記トラック幅規定層を形成する工程は、  
前記トラック幅規定層の下地の上に第1の膜を形成する工程と、  
前記第1の膜の上に、直接または他の膜を介して、第2の膜を選択的に形成する工程と、  
前記第2の膜を覆うように、第3の膜を形成する工程と、  
前記第2の膜、および前記第3の膜のうちの前記第2の膜の上に存在する部分を除去することによって、前記第3の膜をパターンニングする工程と、  
パターンニング後の第3の膜をマスクとして、前記第1の膜を選択的にエッチングして、エッチング後の第1の膜によって、開口部を有するフレームを形成する工程と、  
前記フレームの前記開口部内にトラック幅規定層を形成する工程とを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項9】 前記トラック幅規定層を形成する工程は、更に、前記第1の膜を形成する工程と前記第2の膜を形成する工程との間において、前記第1の膜の上に、第2の膜の第1の膜からの分離を容易にするための剥離膜を形成する工程を含み、  
前記第2の膜は前記剥離膜の上に形成されることを特徴とする請求項8記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項10】 前記トラック幅規定層を形成する工程は、更に、前記第2の膜を選択的に形成する工程と前記第3の膜を形成する工程との間において、前記第2の膜の幅を狭小化する工程を含むことを特徴とする請求項8または9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 第2の膜をパターンニングする工程は、フォトリソグラフィを用いることを特徴とする請求項8ないし10のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記フレームを形成する工程は、反応性イオンエッチングを用いて前記第1の膜をエッチングすることを特徴とする請求項8ないし11のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記第1の膜のエッチング時における前記第3の膜のエッチングレートは、前記第1の膜のエッチングレートよりも小さいことを特徴とする請求項8ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方

法。

【請求項14】 前記トラック幅規定層を形成する工程は、めっき法を用いることを特徴とする請求項8ないし13のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フレームを用いてパターン化薄膜を形成するパターン化薄膜形成方法およびフレームを用いてトラック幅規定層を形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型電磁変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗効果素子（以下、MR（Magnetoresistive）素子とも記す。）を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】記録ヘッドは、それぞれエアベアリング面側において互いに対向する磁極部分を含む下部磁極層および上部磁極層と、下部磁極層の磁極部分と上部磁極層の磁極部分との間に設けられた記録ギャップ層と、少なくとも一部が下部磁極層および上部磁極層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備えている。

【0004】ところで、高記録密度化のために記録ヘッドに要求されることの一つに、記録トラック幅を規定する磁極幅の縮小がある。記録トラック幅を規定する磁極を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。

【0005】ここで、図22ないし図27を参照して、フレームめっき法を用いて、記録トラック幅を規定するトラック幅規定層を形成する方法の一例について説明する。図22ないし図27は、磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。トラック幅規定層は、上部磁極層の全体であってもよいし、上部磁極層の磁極部分を含み、上部磁極層の一部を構成する層であってもよい。

【0006】この方法では、まず、図22に示したように、記録ギャップ層109の上に、例えばスパッタリング法によって、めっき用の電極となる下地膜130を形成する。なお、図22において、記録ギャップ層109の下に存在しているものは下部磁極層108である。次に、下地膜130の上にフォトレジスト層を形成し、このフォトレジスト層をフォトリソグラフィ工程によりパターンニングして、めっき用のフレーム（外枠）131を形成する。このフレーム131は、トラック幅規定層を形成すべき位置に開口部を有する。

【0007】次に、図23に示したように、フレーム131を用い、先に形成した下地膜130を電極として電

解めっきを行って、下地膜130の上に、トラック幅規定層となるめっき層132Aと、後に除去されるめっき層132Bとを形成する。次に、図24に示したように、フレーム131を除去する。

【0008】次に、図25に示したように、めっき層132Aと、下地膜130のうち、めっき層132Aの下に存在する部分130Aとが残るように、不要なめっき層132Bと、下地膜130のうちの部分130A以外の部分をエッチングによって除去する。めっき層132Aはトラック幅規定層133となる。

【0009】次に、図26に示したように、トラック幅規定層133の磁極部分をマスクとして記録ギャップ層109をエッチングして、記録ギャップ層109のうちのトラック幅規定層133の磁極部分の周辺の部分を除去する。

【0010】次に、図27に示したように、ドライエッチングによって、トラック幅規定層133の磁極部分の周辺において、下部磁極層108の記録ギャップ層109側の少なくとも一部を除去する。図27に示したように、トラック幅規定層133の磁極部分、記録ギャップ層109および下部磁極層108の磁極部分の少なくとも一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。

【0011】フレームめっき法によって幅の小さな磁極を形成するためには、幅の小さな開口部を有するフレームを形成する必要がある。しかしながら、KrFエキシマレーザステップを用いてフォトレジスト層をパターンニングしてフレームを形成したとしても、このフレームを用いることによって得られる磁極の幅は0.35μmよりも大きくなってしまふ。

【0012】特開2000-105906号公報には、フォトリソグラフィによるパターンニング工程を含む工程によって形成された磁極部の両側面に対してドライエッチングを施して、磁極部の幅を小さくする技術が開示されている。以下、この技術を、磁極幅狭小化技術と呼ぶ。

【0013】また、特開平8-69959号公報には、微細なパターン化レジスト層を形成する技術として、ドライ現像方法が開示されている。このドライ現像方法は、下層レジスト層の上に上層レジスト層を形成し、上層レジスト層を露光してパターンニングし、このパターンニングされた上層レジスト層をマスクにして、下層レジスト層を、プラズマエッチング等でパターンニングするという方法である。このドライ現像方法によって形成されたパターン化レジスト層をフレームとして用い、フレームめっき法によって幅の小さな磁極を形成することも考えられる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開2000-105906号公報に示されたような磁極幅狭

小化技術を用いても、幅の小さな磁極を精度よく形成するには、以下のような2つの問題点があった。第1の問題点は、特開2000-105906号公報に示されるように、トラック幅規定層のうちの磁極部分と他の部分との境界の近傍部分が、斜面上に配置される磁気ヘッドでは、この部分の形状を正確に制御することが難しいことである。これは、以下のような理由による。すなわち、トラック幅規定層を形成する際には、トラック幅規定層の下地の上にめっき用の下地膜とフォトレジスト層とが順に形成され、その後、フォトレジスト層の露光が行われる。その際、斜面上に形成された下地膜によって露光用の光が反射され、この反射光によってもフォトレジスト層が感光する。その結果、正確な形状のパターン化レジスト層が得られなくなる。

【0015】第2の問題点は、以下の通りである。すなわち、磁極幅狭小化技術を用いる場合であっても、磁極部の両側面に対してドライエッチングを施す前の磁極部の幅としては、 $0.35\mu\text{m}$ 以下のような小さな幅は得ることはできない。そのため、磁極幅狭小化技術を用いて、磁極幅を $0.35\mu\text{m}$ 以下のような小さな値にするためには、磁極部の両側面のエッチング量を多くする必要がある。しかし、磁極部の両側面のエッチング量を多くすると、磁極幅のばらつきが大きくなると共に、エッチングによって除去された物質が磁極部の両側面に付着することによって磁気ヘッドの特性の劣化する等の不具合が生じる。

【0016】一方、特開平8-69959号公報に示されたようなドライ現像方法によって形成されたフレームを用いて、幅の小さな磁極を精度よく形成する場合には、以下のような2つの問題点があった。第1の問題点は、下層レジスト層と上層レジスト層とが混ざることである。フレームとして用いられるのは下層レジスト層だけであるので、めっきを行う際には上層レジスト層を下層レジスト層から分離するのが好ましい。しかし、上述のように、下層レジスト層と上層レジスト層とが混ざると、上層レジスト層を下層レジスト層から分離しにくくなる。

【0017】第2の問題点は、パターニングされた上層レジスト層よりなるマスクが厚くなると共に、下層レジスト層のエッチング時にマスクの形状が劣化しやすいため、下層レジスト層を正確な寸法にパターニングすることが困難なことである。

【0018】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、微小な幅のパターン化薄膜を精度よく形成することができるようにしたパターン化薄膜形成方法、および微小な幅の磁極を精度よく形成することができるようにした薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明のパターン化薄膜

形成方法は、フレームを用いてパターン化薄膜を形成する方法であって、下地の上に第1の膜を形成する工程と、第1の膜の上に、直接または他の膜を介して、第2の膜を選択的に形成する工程と、第2の膜を覆うように、第3の膜を形成する工程と、第2の膜、および第3の膜のうちの第2の膜の上に存在する部分を除去することによって、第3の膜をパターニングする工程と、パターニング後の第3の膜をマスクとして、第1の膜を選択的にエッチングして、エッチング後の第1の膜によって、開口部を有するフレームを形成する工程と、フレームの開口部内にパターン化薄膜を形成する工程とを備えたものである。

【0020】本発明のパターン化薄膜形成方法では、パターン化薄膜は以下のようにして形成される。すなわち、まず、下地の上に第1の膜が形成され、この第1の膜の上に選択的に第2の膜が形成される。次に、第2の膜を覆うように、第3の膜が形成される。次に、第2の膜、および第3の膜のうちの第2の膜の上に存在する部分を除去することによって、第3の膜がパターニングされる。次に、パターニング後の第3の膜をマスクとして、第1の膜が選択的にエッチングされ、エッチング後の第1の膜によって、開口部を有するフレームが形成される。次に、フレームの開口部内にパターン化薄膜が形成される。

【0021】本発明のパターン化薄膜形成方法は、更に、第1の膜を形成する工程と第2の膜を形成する工程との間において、第1の膜の上に、剥離膜を形成する工程を備え、第2の膜は剥離膜の上に形成されることが好ましい。このような工程を備えることにより、第1の膜と第2の膜のミキシングが起らず、第2の膜を第1の膜から確実に剥離できる。

【0022】また、本発明のパターン化薄膜形成方法は、更に、第2の膜をパターニングする工程と第3の膜を形成する工程との間において、パターニング後の第2の膜の幅を狭小化する工程を備えていることが好ましい。このような工程を備えることにより、第1の膜（フレーム）の開口部を狭小化することができ、より微細なパターン化薄膜を得ることができる。また、これにより、例えば、得られたパターン化薄膜を更に微細なものとすべく、得られたパターン化薄膜に対してイオンミリング等によりトリム処理を行う場合でも、トリム量を少なくできるので、再付着が少なく、ばらつきの少ない微細なパターン化薄膜の加工を行うことができる。

【0023】また、本発明のパターン化薄膜形成方法において、第2の膜をパターニングする工程は、フォトリソグラフィを用いてもよい。

【0024】また、本発明のパターン化薄膜形成方法において、フレームを形成する工程は、反応性イオンエッチングを用いて第1の膜をエッチングしてもよい。

【0025】また、本発明のパターン化薄膜形成方法に

において、第1の膜のエッチング時における第3の膜のエッチングレートは、第1の膜のエッチングレートよりも小さいことが好ましい。このような膜の組み合わせを用いることにより、第3の膜として薄いものを用いることができる。

【0026】また、本発明のパターン化薄膜形成方法において、パターン化薄膜を形成する工程は、めっき法を用いてもよい。

【0027】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、記録媒体に対向する媒体対向面と、互いに磁氣的に連結され、媒体対向面側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む第1および第2の磁性層と、第1の磁性層の磁極部分と第2の磁性層の磁極部分との間に設けられたギャップ層と、少なくとも一部が第1および第2の磁性層の間に、第1および第2の磁性層に対して絶縁された状態で設けられた薄膜コイルとを備え、第1の磁性層と第2の磁性層の少なくとも一方は、記録トラック幅を規定する磁極部分を含むトラック幅規定層を有する薄膜磁気ヘッドを製造する方法である。

【0028】本発明の薄膜磁気ヘッド製造方法は、第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上にギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に第2の磁性層を形成する工程と、薄膜コイルを形成する工程とを備え、第1の磁性層を形成する工程と第2の磁性層を形成する工程の少なくとも一方は、フレームを用いてトラック幅規定層を形成する工程を含み、トラック幅規定層を形成する工程は、トラック幅規定層の下地の上に第1の膜を形成する工程と、第1の膜の上に、直接または他の膜を介して、第2の膜を選択的に形成する工程と、第2の膜を覆うように、第3の膜を形成する工程と、第2の膜、および第3の膜のうちの第2の膜の上に存在する部分を除去することによって、第3の膜をパターンニングする工程と、パターンニング後の第3の膜をマスクとして、第1の膜を選択的にエッチングして、エッチング後の第1の膜によって、開口部を有するフレームを形成する工程と、フレームの開口部内にトラック幅規定層を形成する工程とを含むものである。

【0029】本発明の薄膜磁気ヘッド製造方法では、トラック幅規定層は以下のようにして形成される。すなわち、まず、下地の上に第1の膜が形成され、この第1の膜の上に選択的に第2の膜が形成される。次に、第2の膜を覆うように、第3の膜が形成される。次に、第2の膜、および第3の膜のうちの第2の膜の上に存在する部分を除去することによって、第3の膜がパターンニングされる。次に、パターンニング後の第3の膜をマスクとして、第1の膜が選択的にエッチングされ、エッチング後の第1の膜によって、開口部を有するフレームが形成される。次に、フレームの開口部内にトラック幅規定層が形成される。

【0030】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、トラック幅規定層を形成する工程は、更に、第1の膜を形成する工程と第2の膜を形成する工程との間において、第1の膜の上に、剥離膜を形成する工程を含み、第2の膜は剥離膜の上に形成されてもよい。

【0031】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、トラック幅規定層を形成する工程は、更に、第2の膜を選択的に形成する工程と第3の膜を形成する工程との間において、第2の膜の幅を狭小化する工程を含んでいてもよい。

【0032】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第2の膜をパターンニングする工程は、フォトリソグラフィを用いてもよい。

【0033】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、フレームを形成する工程は、反応性イオンエッチングを用いて第1の膜をエッチングしてもよい。

【0034】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、第1の膜のエッチング時における第3の膜のエッチングレートは、第1の膜のエッチングレートよりも小さくてもよい。

【0035】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、トラック幅規定層を形成する工程は、めっき法を用いてもよい。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。まず、図1ないし図6を参照して、本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の概略について説明する。なお、図1ないし図6において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0037】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図1に示したように、アルティック( $Al_2O_3 \cdot TiC$ )等のセラミック材料よりなる基板1の上に、スパッタリング法等によって、アルミナ( $Al_2O_3$ )等の絶縁材料よりなる絶縁層2を、例えば1~5 $\mu m$ の厚みに形成する。次に、絶縁層2の上に、スパッタリング法またはめっき法等によって、パーマロイ( $NiFe$ )等の磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、例えば約3 $\mu m$ の厚みに形成する。

【0038】次に、下部シールド層3の上に、スパッタリング法等によって、アルミナ等の絶縁材料よりなる下部シールドギャップ膜4を、例えば10~200nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、スパッタリング法等によって、再生用のMR素子5を、例えば数十nmの厚みに形成する。MR素子5には、AMR(異方性磁気抵抗効果)素子、GMR(巨大磁気抵抗効果)素子あるいはTMR(トンネル磁気抵抗効果)素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。

【0039】次に、下部シールドギャップ膜4の上に、スパッタリング法等によって、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、スパッタリング法等によって、アルミナ等の絶縁材料よりなる上部シールドギャップ膜7を、例えば10~200nmの厚みに形成する。

【0040】なお、上記の再生ヘッドを構成する各層は、レジストパターンを用いた一般的なエッチング方法やリフトオフ法やこれらを併用した方法によってパターンニングされる。

【0041】次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）8を、例えば3~4μmの厚みに形成する。なお、下部磁極層8に用いる磁性材料は、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料である。下部磁極層8は、スパッタリング法またはめっき法等によって形成される。

【0042】なお、下部磁極層8の代わりに、上部シールド層と、この上部シールド層の上にスパッタリング法等によって形成されたアルミナ等の非磁性材料よりなる分離層と、この分離層の上に形成された下部磁性層とを設けてもよい。

【0043】次に、図2に示したように、下部磁極層8の上に、スパッタリング法等によって、アルミナ等の絶縁材料よりなる記録ギャップ層9を、例えば50~300nmの厚みに形成する。次に、磁路形成のために、後述する薄膜コイルの中心部分において、記録ギャップ層9を部分的にエッチングしてコンタクトホール9aを形成する。

【0044】次に、記録ギャップ層9の上に、例えば銅（Cu）よりなる薄膜コイルの第1層部分10を、例えば2~3μmの厚みに形成する。なお、図2（a）において、符号10aは、第1層部分10のうち、後述する薄膜コイルの第2層部分15に接続される接続部を表している。第1層部分10は、コンタクトホール9aの周囲に巻回される。

【0045】次に、図3に示したように、薄膜コイルの第1層部分10およびその周辺の記録ギャップ層9を覆うように、フォトレジスト等の、加熱時に流動性を有する有機絶縁材料よりなる絶縁層11を所定のパターンに形成する。次に、絶縁層11の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。この熱処理により、絶縁層11の外周および内周の各端縁部分は、丸みを帯びた斜面形状となる。

【0046】次に、絶縁層11のうちの後述するエアベアリング面20側（図3（a）における左側）の斜面部分からエアベアリング面20にかけての領域において、記録ギャップ層9および絶縁層11の上に、記録ヘッド

用の磁性材料によって、上部磁極層12のトラック幅規定層12aを形成する。上部磁極層12は、このトラック幅規定層12aと、後述する連結部分層12bおよびヨーク部分層12cとで構成される。トラック幅規定層12aは、後で詳しく説明するように、めっき法によって形成される。

【0047】トラック幅規定層12aは、記録ギャップ層9の上に形成され、上部磁極層12の磁極部分となる先端部12a1と、絶縁層11のエアベアリング面20側の斜面部分の上に形成され、ヨーク部分層12cに接続される接続部12a2とを有している。先端部12a1の幅は記録トラック幅と等しくなっている。すなわち、先端部12a1は記録トラック幅を規定している。接続部12a2の幅は、先端部12a1の幅よりも大きくなっている。

【0048】トラック幅規定層12aを形成する際には、同時に、コンタクトホール9aの上に磁性材料よりなる連結部分層12bを形成すると共に、接続部10aの上に磁性材料よりなる接続層13を形成する。連結部分層12bは、上部磁極層12のうち、下部磁極層8に磁氣的に連結される部分を構成する。

【0049】次に、トラック幅規定層12aの周辺において、トラック幅規定層12aをマスクとして、記録ギャップ層9および下部磁極層8の磁極部分における記録ギャップ層9側の少なくとも一部をエッチングする。記録ギャップ層9のエッチングには例えば反応性イオンエッチングが用いられ、下部磁極層8のエッチングには例えばイオンミリングが用いられる。図3（b）に示したように、上部磁極層12の磁極部分（トラック幅規定層12aの先端部12a1）、記録ギャップ層9および下部磁極層8の磁極部分の少なくとも一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。

【0050】次に、図4に示したように、全体に、アルミナ等の無機絶縁材料よりなる絶縁層14を、例えば3~4μmの厚みに形成する。次に、この絶縁層14を、例えば化学機械研磨によって、トラック幅規定層12a、連結部分層12bおよび接続層13の表面に至るまで研磨して平坦化する。

【0051】次に、図5に示したように、平坦化された絶縁層14の上に、例えば銅（Cu）よりなる薄膜コイルの第2層部分15を、例えば2~3μmの厚みに形成する。なお、図5（a）において、符号15aは、第2層部分15のうち、接続層13を介して薄膜コイルの第1層部分10の接続部10aに接続される接続部を表している。第2層部分15は、連結部分層12bの周囲に巻回される。

【0052】次に、薄膜コイルの第2層部分15およびその周辺の絶縁層14を覆うように、フォトレジスト等の、加熱時に流動性を有する有機絶縁材料よりなる絶縁

11

層16を所定のパターンに形成する。次に、絶縁層16の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。この熱処理により、絶縁層16の外周および内周の各端縁部分は、丸みを帯びた斜面形状となる。

【0053】次に、図6に示したように、トラック幅規定層12a、絶縁層14、16および連結部分層12bの上に、パーマロイ等の記録ヘッド用の磁性材料によって、上部磁極層12のヨーク部分を構成するヨーク部分層12cを形成する。ヨーク部分層12cのエアベアリング面20側の端部は、エアベアリング面20から離れた位置に配置されている。また、ヨーク部分層12cは、連結部分層12bを介して下部磁極層8に接続されている。

【0054】次に、全体を覆うように、例えばアルミナよりなるオーバーコート層17を形成する。最後に、上記各層を含むスライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドを含む薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面20を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0055】このようにして製造される本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、記録媒体に対向する媒体対向面（エアベアリング面20）と再生ヘッドと記録ヘッド（誘導型電磁変換素子）とを備えている。再生ヘッドは、MR素子5と、エアベアリング面20側の一部がMR素子5を挟んで対向するように配置された、MR素子5をシールドするための下部シールド層3および上部シールド層（下部磁極層8）とを有している。

【0056】記録ヘッドは、互いに磁氣的に連結され、エアベアリング面20側において互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層を含む下部磁極層8および上部磁極層12と、この下部磁極層8の磁極部分と上部磁極層12の磁極部分との間に設けられた記録ギャップ層9と、少なくとも一部が下部磁極層8および上部磁極層12の間に、これらに対して絶縁された状態で配設された薄膜コイル10、15とを有している。本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、図6(a)に示したように、エアベアリング面20から、絶縁層11のエアベアリング面20側の端部までの長さが、スロートハイトTHとなる。なお、スロートハイトとは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。

【0057】本実施の形態において、下部磁極層8は本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層12は本発明における第2の磁性層に対応する。また、トラック幅規定層12aは本発明におけるパターン化薄膜に対応する。

【0058】次に、図7ないし図17を参照して、本実施の形態における上部磁極層12のトラック幅規定層12aの形成方法、すなわち本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法について詳しく説明する。図7ないし図

12

17は、磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0059】この方法では、まず、図7に示したように、記録ギャップ層9の上に、例えばスパッタリング法によって、めっき用の電極となる下地膜30を形成する。次に、下地膜30の上に、第1の膜31と剥離膜40と第2の膜32を、この順に形成する。第1の膜31は、めっき用のフレームとなるようにパターニングされる膜である。剥離膜40は、第2の膜32の第1の膜31からの分離を容易にするための膜である。第2の膜32が第1の膜31の上に直接形成されても、第2の膜32を第1の膜31から容易に分離できる場合には、剥離膜40を設けずに、第1の膜31の上に直接、第2の膜32を形成してもよい。第2の膜32は、形成すべきフレームに対応する位置に開口部が形成されるようにパターニングされる膜である。

【0060】第1の膜31の材料としては、例えば、フォトレジスト、ポリイミド等の有機材料が用いられる。第1の膜31の厚みは、1~10μmが好ましい。剥離膜40の材料としては、例えば、金を主成分とする金属、またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>x</sub>、TiO<sub>x</sub>等の酸化物が用いられる。剥離膜40の厚みは、2~30nmが好ましい。第2の膜32の材料としては、フォトレジストが用いられる。第2の膜32の厚みは、0.1~1μmが好ましい。

【0061】次に、図8に示したように、フォトリソグラフィを用いて、形成すべきフレームに対応する位置に開口部が形成されるように、第2の膜32をパターニングする。パターニング後の第2の膜32を符号32Pで表す。

【0062】次に、図9に示したように、パターニング後の第2の膜32Pの幅を狭小化する。この狭小化は、例えば、膜32Pをアッシングすることで行われる。膜32Pのアッシングは、例えば、O<sub>2</sub>+CF<sub>4</sub>のプラズマを利用して行われる。

【0063】次に、図10に示したように、パターニング後の第2の膜32Pおよび剥離膜40を覆うように、第3の膜33を形成する。第3の膜33の材料としては、例えば、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Cu、Al等の金属、またはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>x</sub>、TiO<sub>x</sub>等の酸化物が用いられる。第3の膜33の厚みは、2~30nmが好ましい。また、後述する第1の膜31のエッチング時における第3の膜33のエッチングレートは、第1の膜31のエッチングレートよりも十分小さい。

【0064】次に、図11に示したように、パターニング後の第2の膜32P、および第3の膜33のうちのパターニング後の第2の膜32Pの上に存在する部分を除去することによって、第3の膜33をパターニングする。パターニング後の第3の膜33を符号33Pで表



13

す。このようにして、リフトオフ法によって、パターンニング後の第3の膜33Pが形成される。

【0065】次に、図12に示したように、パターンニング後の第3の膜33Pをマスクとして、例えば反応性イオンエッチングを用いて、剥離層40および第1の膜31を選択的にエッチングする。反応性イオンエッチングでは、反応性ガスとして、例えばAr+O<sub>2</sub>またはこれにCF<sub>4</sub>を混合したガスを用いる。第1の膜31のエッチングでは、下地膜30がストッパーとなるため、エッチングの終点を制御することができる。エッチング後の剥離層40を符号40Pで表す。エッチング後の第1の膜31によって、形成すべきトラック幅規定層12aに

対応する位置に開口部34Aを有するフレーム34が形成される。

【0066】次に、図13に示したように、フレーム34を用い、先に形成した下地膜30を電極として電解めっきを行って、下地膜30の上に、トラック幅規定層12aとなるめっき層35Aと、後に除去されるめっき層35Bとを形成する。めっき層35Aはフレーム34の開口部34A内に形成されためっき層であり、めっき層35Bは他の部分に形成されためっき層である。次に、図14に示したように、フレーム34を除去する。

【0067】次に、図15に示したように、めっき層35Aと、下地膜30のうち、めっき層35Aの下に存在する部分30Aとが残るように、不要なめっき層35Bと、下地膜30のうちの部分30A以外の部分をエッチングによって除去する。めっき層35Aはトラック幅規定層12aとなる。

【0068】次に、図16に示したように、トラック幅規定層12aの磁極部分をマスクとして記録ギャップ層9をエッチングして、記録ギャップ層9のうちのトラック幅規定層12aの磁極部分の周辺部分を除去する。

【0069】次に、図17に示したように、ドライエッチングによって、トラック幅規定層12aの磁極部分の周辺において、下部磁極層8の記録ギャップ層9側の少なくとも一部を除去して、トリム構造を形成する。

【0070】以上説明したように、本実施の形態では、第1の膜31の上に剥離層40を介して第2の膜32を形成し、形成すべきフレームに対応する位置に開口部が形成されるように、第2の膜32をパターンニングする。そして、パターンニング後の第2の膜32Pおよび剥離層40を覆うように第3の膜33を形成し、リフトオフ法によって第3の膜33をパターンニングする。パターンニング後の第3の膜33Pは、第1の膜31をエッチングによってパターンニングするためのマスクとなる。

【0071】従来のドライ現像方法によってフレームを形成し、このフレームを用いてトラック幅規定層12aを形成する場合には、トラック幅規定層12aの磁極部分の幅は、上層レジスト層の開口部の幅で決定される。これに対し、本実施の形態では、トラック幅規定層12

14

aの磁極部分の幅は、パターンニング後の第2の膜32Pの幅で決定される。上層レジスト層の開口部の幅を小さくすることはフォトリソグラフィ技術の限界から難しいが、パターンニング後の第2の膜32Pの幅を小さくすることは、比較的容易である。実際、本実施の形態では、アッシングによって、パターンニング後の第2の膜32Pの幅を小さくしている。

【0072】また、本実施の形態では、第1の膜31をエッチングによってパターンニングするためのマスクは、第3の膜33Pによって形成される。この第3の膜33Pは、従来のドライ現像方法における上層レジスト層によるマスクに比べて十分に薄くできる。また、第3の膜33Pは、例えば金属または酸化物で形成される。そして、第1の膜31のエッチング時における第3の膜33のエッチングレートは、第1の膜31のエッチングレートよりも十分小さい。そのため、エッチング時におけるマスクの形状の劣化は少ない。これらのことから、本実施の形態によれば、フレームとなる第1の膜31を精度よくパターンニングすることが可能になる。また、本実施の形態によれば、第1の膜31のエッチング時における第3の膜33のエッチングレートは、第1の膜31のエッチングレートよりも十分小さいことから、第3の膜33として薄いものを用いることができる。

【0073】以上のことから、本実施の形態によれば、微小な幅のトラック幅規定層12aすなわち上部磁極層12の磁極部分を、精度よく形成することが可能になる。

【0074】また、本実施の形態では、第1の膜31と第2の膜32との間に剥離層40を形成するようにしている。これにより、第1の膜31と第2の膜32のミキシングが起こらず、第2の膜32を第1の膜31から確実に剥離できる。従って、第3の膜33の形成後に、第2の膜32Pのリフトオフを容易に行うことが可能になる。

【0075】また、本実施の形態によれば、パターンニング後の第2の膜32Pの幅を狭小化するようにしたので、第2の膜32Pの幅を、例えば0.1μmのような微小な幅にすることが可能になる。従って、本実施の形態によれば、フレーム34の開口部34Aを狭小化することができ、その結果、より微小な幅の磁極を形成することが可能になる。また、本実施の形態によれば、例えば、得られた磁極を更に微細なものとすべく、得られた磁極に対してイオンミリング等によりトリム処理を行う場合でも、トリム量を少なくできるので、再付着が少なく、ばらつきの少ない微細な磁極の加工を行うことができる。

【0076】以下、本実施の形態における薄膜磁気ヘッドが適用されるヘッドジンバルアセンブリおよびハードディスク装置について説明する。まず、図18を参照して、ヘッドジンバルアセンブリに含まれるスライダ21

0について説明する。ハードディスク装置において、スライダ210は、回転駆動される円盤状の記録媒体であるハードディスクに対向するように配置される。このスライダ210は、主に図6における基板1およびオーバーコート層17からなる基体211を備えている。基体211は、ほぼ六面体形状をなしている。基体211の六面のうちの一面は、ハードディスクに対向するようになっている。この一面には、表面がエアベアリング面となるレール部212が形成されている。レール部212の空気流入側の端部（図18における右上の端部）の近傍にはテーパ部またはステップ部が形成されている。ハードディスクが図18におけるx方向に回転すると、テーパ部またはステップ部より流入し、ハードディスクとスライダ210との間を通過する空気流によって、スライダ210に、図18におけるy方向の下方に揚力が生じる。スライダ210は、この揚力によってハードディスクの表面から浮上するようになっている。なお、図18におけるx方向は、ハードディスクのトラック横断方向である。スライダ210の空気流出側の端部（図18における左下の端部）の近傍には、本実施の形態における薄膜磁気ヘッド100が形成されている。

【0077】次に、図19を参照して、本実施の形態におけるヘッドジンバルアセンブリ220について説明する。ヘッド・ジンバル・アセンブリ220は、スライダ210と、このスライダ210を弾性的に支持するサスペンション221とを備えている。サスペンション221は、例えばステンレス鋼によって形成された板ばね状のロードビーム222、このロードビーム222の一端部に設けられると共にスライダ210が接合され、スライダ210に適度な自由度を与えるフレクシャ223と、ロードビーム222の他端部に設けられたベースプレート224とを有している。ベースプレート224は、スライダ210をハードディスク300のトラック横断方向xに移動させるためのアクチュエータのアーム230に取り付けられるようになっている。アクチュエータは、アーム230と、このアーム230を駆動するボイスコイルモータとを有している。フレクシャ223において、スライダ210が取り付けられる部分には、スライダ210の姿勢を一定に保つためのジンバル部が設けられている。

【0078】ヘッドジンバルアセンブリ220は、アクチュエータのアーム230に取り付けられる。1つのアーム230にヘッドジンバルアセンブリ220を取り付けたものはヘッドアームアセンブリと呼ばれる。また、複数のアームを有するキャリッジの各アームにヘッドジンバルアセンブリ220を取り付けたものはヘッドスタックアセンブリと呼ばれる。

【0079】図19は、ヘッドアームアセンブリの一例を示している。このヘッドアームアセンブリでは、アーム230の一端部にヘッドジンバルアセンブリ220が

取り付けられている。アーム230の他端部には、ボイスコイルモータの一部となるコイル231が取り付けられている。アーム230の中間部には、アーム230を回転自在に支持するための軸234に取り付けられる軸受け部233が設けられている。

【0080】次に、図20および図21を参照して、ヘッドスタックアセンブリの一例と本実施の形態におけるハードディスク装置について説明する。図20はハードディスク装置の要部を示す説明図、図21はハードディスク装置の平面図である。ヘッドスタックアセンブリ250は、複数のアーム252を有するキャリッジ251を有している。複数のアーム252には、複数のヘッドジンバルアセンブリ220が、互いに間隔を開けて垂直方向に並ぶように取り付けられている。キャリッジ251においてアーム252とは反対側には、ボイスコイルモータの一部となるコイル253が取り付けられている。ヘッドスタックアセンブリ250は、ハードディスク装置に組み込まれる。ハードディスク装置は、スピンドルモータ261に取り付けられた複数枚のハードディスク262を有している。各ハードディスク262毎に、ハードディスク262を挟んで対向するように2つのスライダ210が配置される。また、ボイスコイルモータは、ヘッドスタックアセンブリ250のコイル253を挟んで対向する位置に配置された永久磁石263を有している。

【0081】スライダ210を除くヘッドスタックアセンブリ250およびアクチュエータは、スライダ210を支持すると共にハードディスク262に対して位置決めする。

【0082】本実施の形態におけるハードディスク装置では、アクチュエータによって、スライダ210をハードディスク262のトラック横断方向に移動させて、スライダ210をハードディスク262に対して位置決めする。スライダ210に含まれる薄膜磁気ヘッドは、記録ヘッドによって、ハードディスク262に情報を記録し、再生ヘッドによって、ハードディスク262に記録されている情報を再生する。

【0083】なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、実施の形態では、上部磁極層12のみがトラック幅規定層12aを有しているが、下部磁極層8のみがトラック幅規定層を有しているもよいし、下部磁極層8と上部磁極層12の双方がトラック幅規定層を有しているもよい。

【0084】また、実施の形態では、上部磁極層12が、トラック幅規定層12a、連結部分層12bおよびヨーク部分層12cで構成されているが、本発明は、上部磁極層12が1つの層で構成される場合にも適用することができる。この場合には、上部磁極層12を構成する1つの層が、本発明におけるトラック幅規定層となる。

【0085】また、上記実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型電磁変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0086】つまり、基体側に書き込み用の誘導型電磁変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。

【0087】また、本発明は、誘導型電磁変換素子のみを備えた記録専用の薄膜磁気ヘッドや、誘導型電磁変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。また、本発明は、ハードディスク装置に用いられる薄膜磁気ヘッドに限らず、フロッピーディスク装置等の他の磁気記録装置に用いられる薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0088】また、本発明のパターン化薄膜形成方法は、薄膜磁気ヘッドにおけるトラック幅規定層以外の層の形成にも適用することができる。また、本発明のパターン化薄膜形成方法は、薄膜磁気ヘッド以外のマイクロデバイスにおけるパターン化薄膜の形成にも適用することができる。なお、マイクロデバイスとは、薄膜形成技術を利用して製造される小型のデバイスを言う。マイクロデバイスの例としては、半導体デバイスや、薄膜磁気ヘッドや、薄膜を用いたセンサやアクチュエータ等がある。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし7のいずれかに記載のパターン化薄膜形成方法では、パターン化薄膜の幅は、第2の膜の幅で決定される。第2の膜の幅を小さくすることは比較的容易である。また、本発明では、リフトオフ法によってパターンニングされた第3の膜よりなるマスクを用いて、第1の膜をエッチングするので、フレームとなる第1の膜を精度よくパターンニングすることが可能である。以上のことから、本発明によれば、微小な幅のパターン化薄膜を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0090】また、請求項2記載のパターン化薄膜形成方法によれば、第1の膜と第2の膜との間に剥離膜を形成するようにしたので、第3の膜の形成後に第2の膜のリフトオフを容易に行うことが可能になるという効果を奏する。

【0091】また、請求項3記載のパターン化薄膜形成方法によれば、第2の膜の幅を狭小化するようにしたので、第2の膜の幅をより微小な幅にすることが可能になる。従って、本発明によれば、より微小な幅のパターン化薄膜を形成することが可能になるという効果を奏す

る。

【0092】また、請求項8ないし14のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、トラック幅規定層の幅は、第2の膜の幅で決定される。第2の膜の幅を小さくすることは比較的容易である。また、本発明では、リフトオフ法によってパターンニングされた第3の膜よりなるマスクを用いて、第1の膜をエッチングするので、フレームとなる第1の膜を精度よくパターンニングすることが可能である。以上のことから、本発明によれば、微小な幅のトラック幅規定層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0093】また、請求項9記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1の膜と第2の膜との間に剥離膜を形成するようにしたので、第3の膜の形成後に第2の膜のリフトオフを容易に行うことが可能になるという効果を奏する。

【0094】また、請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の膜の幅を狭小化するようにしたので、第2の膜の幅をより微小な幅にすることが可能になる。従って、本発明によれば、より微小な幅のトラック幅規定層を形成することが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の概略を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】本発明の一実施の形態におけるトラック幅規定層の形成方法の一工程中の積層体の断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】図10に続く工程を説明するための断面図である。

【図12】図11に続く工程を説明するための断面図である。

【図13】図12に続く工程を説明するための断面図である。

【図14】図13に続く工程を説明するための断面図である。

19

ある。

【図15】図14に続く工程を説明するための断面図である。

【図16】図15に続く工程を説明するための断面図である。

【図17】図16に続く工程を説明するための断面図である。

【図18】本発明の一実施の形態におけるヘッドジンバルアセンブリに含まれるスライダを示す斜視図である。

【図19】本発明の一実施の形態におけるヘッドジンバルアセンブリを含むヘッドアームアセンブリを示す斜視図である。

【図20】本発明の一実施の形態におけるハードディスク装置の要部を示す説明図である。

【図21】本発明の一実施の形態におけるハードディスク装置の平面図である。

【図22】フレームめっき法を用いてトラック幅規定層を形成する方法の一例における一工程中の積層体の断面図である。

20

【図23】図22に続く工程を説明するための断面図である。

【図24】図23に続く工程を説明するための断面図である。

【図25】図24に続く工程を説明するための断面図である。

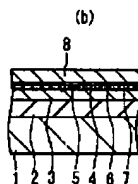
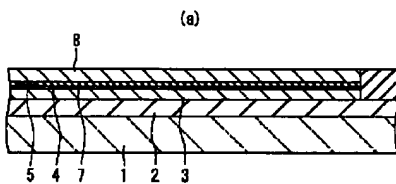
【図26】図25に続く工程を説明するための断面図である。

【図27】図26に続く工程を説明するための断面図である。

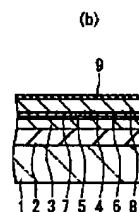
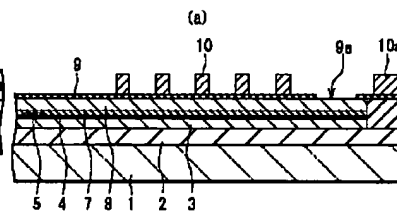
#### 【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…下部磁極層、9…記録ギャップ層、10…薄膜コイルの第1層部分、12…上部磁極層、12a…トラック幅規定層、12b…連結部分層、12c…ヨーク部分層、15…薄膜コイルの第2層部分、30…下地膜、31…第1の膜、32…第2の膜、33…第3の膜、34…フレーム、35A、35B…めっき層、40…剥離膜。

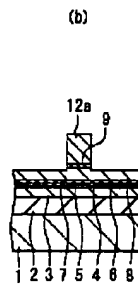
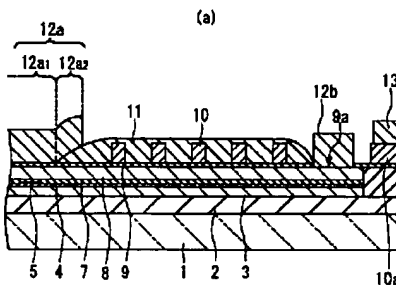
【図1】



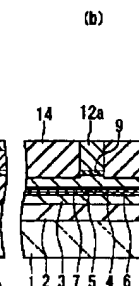
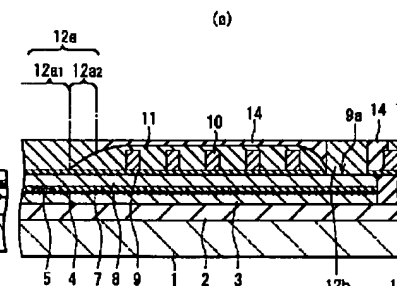
【図2】



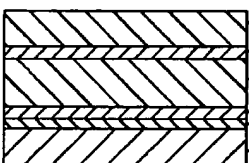
【図3】



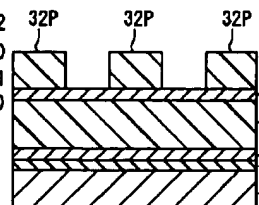
【図4】



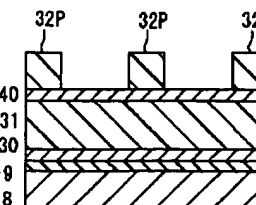
【図7】



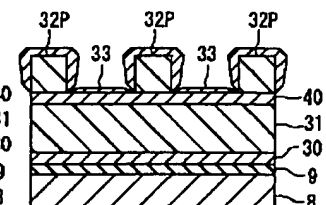
【図8】



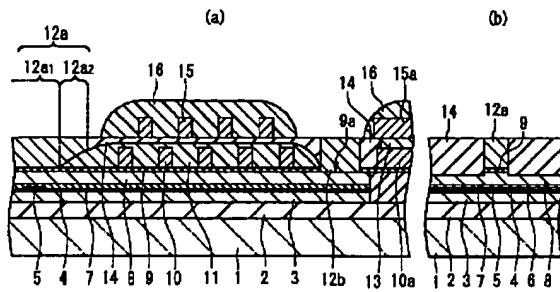
【図9】



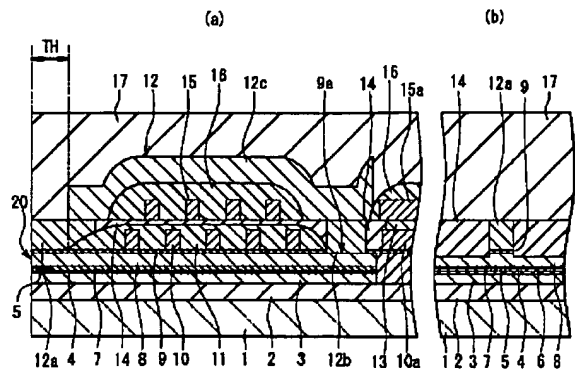
【図10】



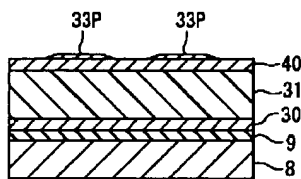
【図5】



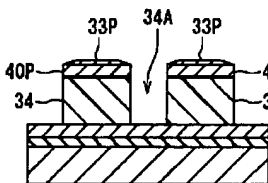
【図6】



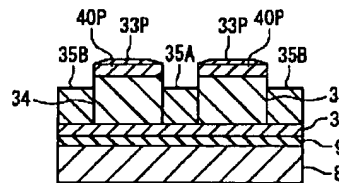
【図11】



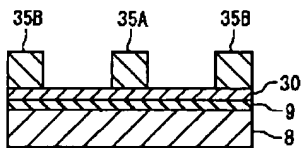
【図12】



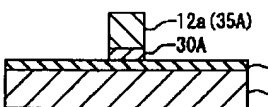
【図13】



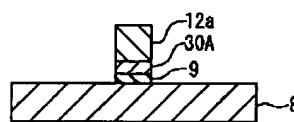
【図14】



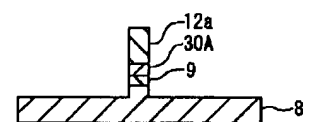
【図15】



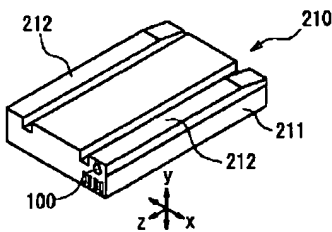
【図16】



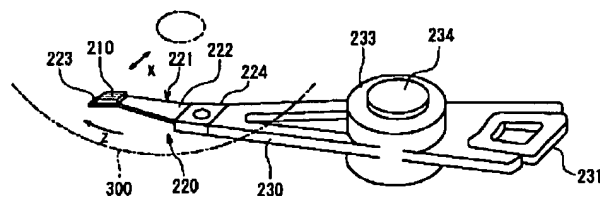
【図17】



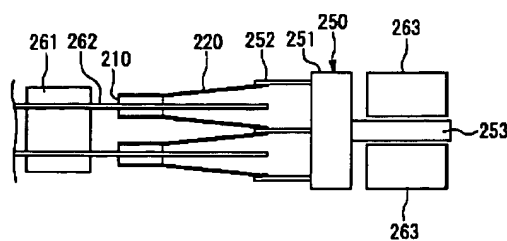
【図18】



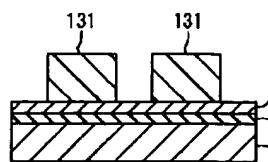
【図19】



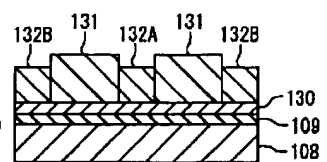
【図20】



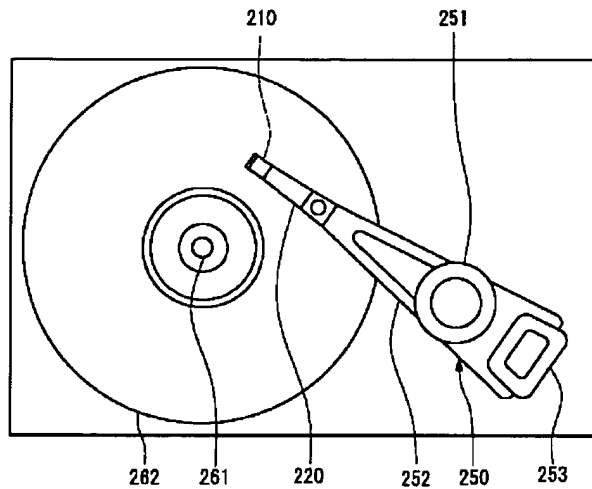
【図22】



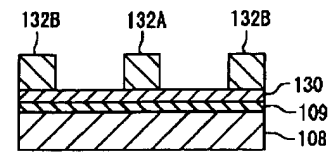
【図23】



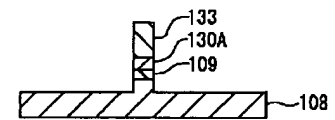
【図21】



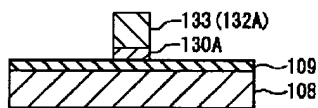
【図24】



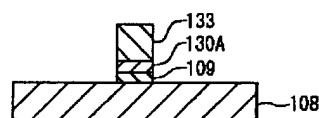
【図27】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/302

// G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

H 0 1 L 21/302

テーマコード(参考)

Fターム(参考) 2H097 GB00 LA20

4K024 AB01 AB08 AB15 BA15 BB14

BC10 FA23 GA16

5D033 BA13 BB03 CA00 DA02 DA07

DA31

5D034 AA02 BA02 BA18 BB01 CA00

DA07

5F004 AA16 BA09 DB08 DB14 DB25

DB26 DB29 EB01 EB02 EB03